



(43) 国際公開日  
2005 年 7 月 21 日 (21.07.2005)

PCT

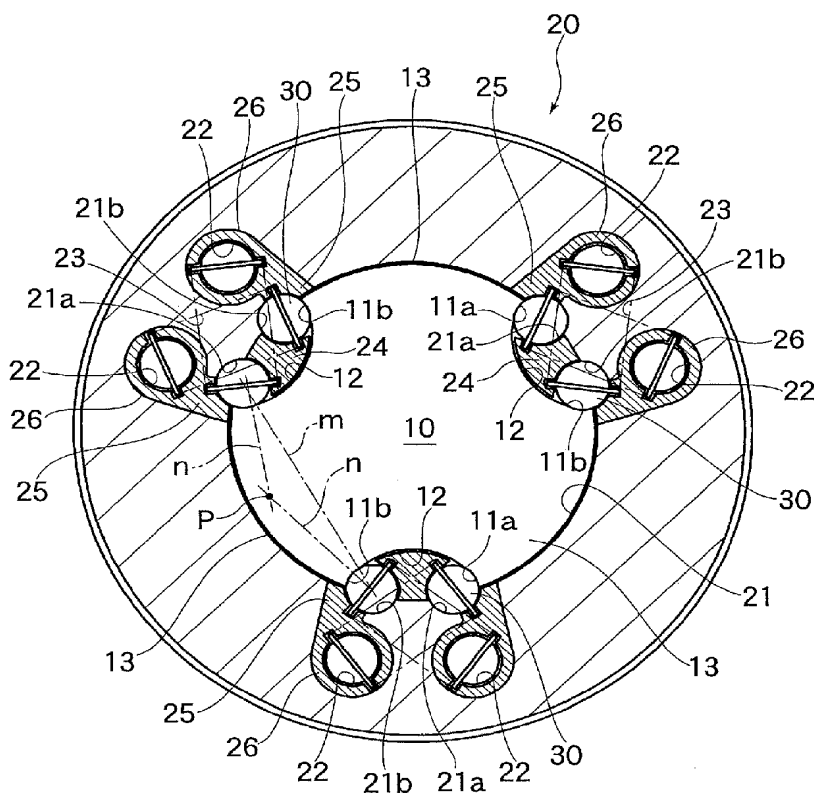
(10) 国際公開番号  
**WO 2005/066511 A1**

- |                                |  |                           |   |
|--------------------------------|--|---------------------------|---|
| (51) 国際特許分類 <sup>7)</sup> :    | F16C 29/06   | (72) 発明者; および             |   |
| (21) 国際出願番号:                   | PCT/JP2004/016923  | (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): | 藤井 英樹 (FUJII, Hideki) [JP/JP]; 〒4093801 山梨県中巨摩郡玉穂町中樋7 5 4 T H K株式会社甲府工場内 Yamanashi (JP). 庄司 裕紀 (SHOJI, Hironori) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 T H K株式会社内 Tokyo (JP). 永井知 (NAGAI, Satoru) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 T H K株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 良孝 (TAKAHASHI, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒2630002 千葉県千葉市稲毛区山王町9 4-1-2-1 0 4 Chiba (JP). |
| (22) 国際出願日:                    | 2004 年11 月15 日 (15.11.2004)  |                           |   |
| (25) 国際出願の言語:                  | 日本語  |                           |   |
| (26) 国際公開の言語:                  | 日本語  |                           |   |
| (30) 優先権データ:<br>特願 2003-434600 | 2003 年12 月26 日 (26.12.2003) JP   |                           |   |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):    | T H K 株式会社 (THK CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田3丁目1番6号 Tokyo (JP). | (74) 代理人:                 | 井出 哲郎, 外 (IDE, Tetsuroh et al.); 〒2310011 神奈川県横浜市中区太田町6丁目7 9-4 0 2 Kanagawa (JP).   |

[続葉有]

**(54) Title:** BALL SPLINE

(54) 発明の名称: ボールスプライン



**(57) Abstract:** A ball spline enabling the easy machining of a spline shaft by drawing and manufacturable at low cost, comprising the spline shaft in which multiple lines of ball rolling faces are formed along the longitudinal direction and a spline nut having a hollow hole for inserting the spline shaft therein, formed in a generally cylindrical shape, having load rolling faces opposed to the ball rolling faces of the spline shaft which are formed in the inner peripheral surface of the hollow hole, and installed on the spline shaft through a large number of balls. The spline shaft is formed in a generally circular shape in cross section. Multiple lines of torque transmission grooves along the longitudinal direction are formed at equal intervals around the spline shaft, and the ball rolling faces are formed on the lateral both sides of these torque transmission grooves. Also, a distance between a pair of ball rows rolling on both sides of the land parts of the spline shaft is set larger than a distance between a pair of ball rows rolling on both sides of the torque transmission grooves.

(57) 要約: 引き抜き加工によるスプライン軸の加工が容易であり、製造コストの低減化を図ることが可能なボールスプラインを提供する。かかるボールスプラインは、長手方向に沿って複数条の

[続葉有]



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドンスノート」を参照。

ボール転走面が形成されたスプライン軸と、このスプライン軸が挿嵌される中空孔を有して略円筒状に形成されると共に、かかる中空孔の内周面に前記スプライン軸のボール転走面と対向する負荷転走面を有し、多数のボールを介してスプライン軸に組み付けられたスプラインナットとから構成されており、そのスプライン軸は断面が略円形状に形成されている。このスプライン軸の周囲には長手方向に沿った複数条のトルク伝達溝が等間隔で形成され、これらトルク伝達溝の幅方向の両側部には夫々に前記ボール転走面が形成されている。また、前記トルク伝達溝の両側を転走する一対のボール列の間の距離よりも、前記陸部の両側面を転走する一対のボール列の間の距離の方が大きく設定されている。

## 明 細 書

### ボールスプライン

### 技術分野

- [0001] 本発明は、多数のボールを介してスプライン軸とスプラインナットとが相対的に直線運動自在に組み合わせられ、工作機械や各種産業機械における直線案内、産業用ロボットにおけるトルク伝達部等に使用されるボールスプラインに係り、詳細には、前記スプライン軸とスプラインナットとの間におけるトルク伝達を効率的に行うための技術に関する。

### 背景技術

- [0002] 特許文献1:特開昭58-137616号公報

特許文献2:実開昭61-179414号公報

- [0003] 従来、この種のボールスプラインとしては、特開昭58-137616号公報や実開昭61-179414号公報等の開示されるものが知られている。これらのボールスプラインは、長手方向に沿って延びる複数条のボール転走面を備えたスプライン軸と、多数のボールを介して前記スプライン軸に組み付けられると共に、前記ボールの無限循環路を備えたスプラインナットとから構成されており、ボールの無限循環に伴って前記スプラインナットがスプライン軸の周囲をその長手方向に沿って自在に移動し得るように構成されている。

- [0004] ボールスプラインの特徴は、単にスプラインナットがスプライン軸に沿って自在に直線運動し得るというだけではなく、スプライン軸の周方向に関し、かかるスプライン軸とスプラインナットとの間で相互にトルクを伝達することが可能な点にある。スプラインナットとスプライン軸との間でより大きなトルクの伝達を可能とするため、実開昭61-179414号公報の開示されるボールスプラインでは、断面略円筒形状に形成されたスプライン軸の周方向の3箇所に長手方向に沿った突条部を設け、各突条部の根元には該突条部を両側面から挟み込むようにして一对のボール転走面を設けている。また、特開昭58-137616号公報の開示されるボールスプラインではスプライン軸そのものの断面形状を略矩形状とすると共に、その両側面に長手方向に沿った幅広の溝部を

設け、これら溝部の隅角に対して一对のボール転走面を設けている。

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] 前述の如く、スプライン軸の周面上には突条部や溝部が形成されるため、長尺のスプライン軸を形成する際には引き抜き加工が多用されている。すなわち、引き抜き加工によってスプライン軸の断面形状を作り出し、その後にボール転走面を所定の位置に研削加工するのである。しかし、丸軸の周囲の3箇所突条部を設ける場合は、互いに隣接する突条部の間にこれら突条部よりも幅広の溝部を形成しているのと同じことなので、引き抜き加工の前後における軸材の断面積の減少率が大きく、加工効率が悪いといった問題点がある。このことは、断面略矩形状の棒材の両側面に対して幅広の溝部を設ける場合も同じである。
- [0006] また、スプライン軸はその両軸端を他の構造体で支承して使用するものなので、支承形態に応じた端末加工が必要であり、スプライン軸の断面形状が円筒状ではなく矩形状であると、軸端の端末加工にその分だけ手間がかかり、製造コストが嵩むといった問題点がある。
- [0007] 一方、実開昭61-179414号公報に開示されるボールスプラインでは、スプライン軸の突条部の両側に設けられた一对のボール転走面を転走するボール列に関し、これらボール列のボール転走面に対する接触構造がアンギュラ玉軸受の正面組み合わせ(DF型)に類似した接触構造を有しているため、スプラインナットとスプライン軸との間でトルク伝達が行われると、スプラインナットがスプライン軸の周方向に変位し易く、大きな回転トルクの伝達においてはスプライン軸とスプラインナットの間の剛性が不足する場合もあった。
- [0008] これに対し、特開昭58-137616号公報に開示されるボールスプラインでは、スプライン軸に形成されたボール転走面を転走する4条のボール列に関し、これらボール列のボール転走面に対する接触構造がアンギュラ玉軸受の背面組み合わせ(DB型)に類似した接触構造を有しているため、前述の実開昭61-179414号公報と比較してスプライン軸とスプラインナットの間の剛性を十分に確保することが可能である。その反面、断面略矩形状のスプライン軸は、断面円形状のスプライン軸と比較し、最

大直径が同一であれば断面積は小さいものとならざるを得ず、その分だけ断面二次モーメントが小さくなることから、スプライン軸の曲げ剛性に関しては不利ものとなる。

[0009] 本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、引き抜き加工によるスプライン軸の加工が容易であり、製造コストの低減化を図ることが可能なボールスプラインを提供することにある。

[0010] また、本発明の他の目的は、回転トルクの伝達時におけるスプライン軸とスプラインナットとの間の剛性を十分に高めることが可能であると共に、スプライン軸の曲げ剛性も十分に確保することが可能なボールスプラインを提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0011] すなわち、本発明のボールスプラインは、長手方向に沿って複数条のボール転走面が形成されたスプライン軸と、このスプライン軸が挿嵌される中空孔を有して略円筒状に形成されると共に、かかる中空孔の内周面に前記スプライン軸のボール転走面と対向する負荷転走面を有し、多数のボールを介してスプライン軸に組み付けられたスプラインナットとから構成されており、そのスプライン軸は断面が略円形状に形成されている。このスプライン軸の周囲には長手方向に沿った複数条のトルク伝達溝が等間隔で形成され、これらトルク伝達溝に挟まれた陸部の側面、すなわち各トルク伝達溝の幅方向の両側部には夫々に前記ボール転走面が形成されている。また、前記トルク伝達溝の両側部を転走する一対のボール列の間の距離よりも、前記陸部の両側面を転走する一対のボール列の間の距離の方が大きく設定されている。

[0012] このような本発明のボールスプラインでは、そのスプライン軸を引き抜き加工で製作する際に、かかる引き抜き加工の前後における軸材の断面積の減少率を小さくすることができ、引き抜き加工における加工効率を高めることが可能となる。また、スプライン軸は断面略円形状に形成されているので、丸軸を素材として引き抜き加工を行えば良く、引き抜き加工後にスプライン軸の端末加工を行う際に、かかる端末加工を効率よく行うことが可能となる。

[0013] このような本発明において、スプライン軸の周囲に形成するトルク伝達溝は2条以上であれば差し支えないが、スプライン軸とスプラインナットとの間で回転トルクを伝達する際のバランスや、スプラインナットに作用するラジアル荷重の負荷能力を該スプラ

インナットの周方向に沿って均一化するといった観点からすれば、前記トルク伝達溝は3条であるのが好ましい。

- [0014] また、前記スプラインナットは、ボールの無限循環路を備えた無限ストロークタイプのものであっても良いし、無限循環路を具備しない有限ストロークタイプのものであっても良い。いずれのタイプであっても、ボール同士の接触を防止してスプラインナットの摺動抵抗の変動を抑えると共に騒音の発生を防止するといった観点からすれば、連結体ベルトに対してボールを所定の間隔で一列に配列するのが好ましい。この連結体ベルトは樹脂等の可撓性材料で製作するのが望ましいが、スプラインナットが前記有限ストロークタイプの場合には、金属板等の可撓性を具備しない材料で製作しても差し支えない。
- [0015] 更に、スプラインナットに対してボールの無限循環路を具備させる場合、かかるスプラインナットの小型化を図るといった観点からすれば、スプライン軸の各トルク伝達溝の両側部に位置する一対の無限循環路に関し、一方の無限循環路が他方の無限循環路を貫通するようにしてこれら両無限循環路を互いに交差させ、これら無限循環路をスプラインナットに対してコンパクトに形成できるようにするのが好ましい。
- [0016] また更に、スプラインナットの半径方向の肉厚を薄くし、コンパクトなボールスプラインを得るためには、ボールの無限循環路がスプライン軸の外周面に対する接平面内に位置しているのが好ましい。
- [0017] 一方、スプライン軸に対するボールの接触方向は如何なる方向であっても差し支えないが、スプライン軸に対するスプラインナットの剛性を考慮すると、スプライン軸の陸部の両側面を転走する一対のボール列に関し、このボール列のボール転走面に対する接触法線の交差点が、これらボール列の中心間を結んだ線よりも、前記スプライン軸の半径方向外側に位置しているのが好ましい。このように構成すると、スプライン軸に対するボールの接触構造は前述したDB型アンギュラ玉軸受に類似したものとなり、トルク伝達時におけるスプラインナットとスプライン軸との間における剛性の向上を図ることが可能となる。
- [0018] 以上のように構成された本発明のボールスプラインによれば、スプライン軸を引き抜き加工で製作するに当たり、加工前後における軸の断面積の減少率が小さくなるの

で、引き抜き加工における加工効率を高めることができる他、引き抜き加工後にスプライン軸の端末加工を行う際に、かかる端末加工を効率よく行うことができ、製造コストの低減化を図ることが可能となる。

[0019] また、スプライン軸の断面を略円形状に形成することにより、直径の増加を抑えつつ大きな断面二次モーメントを得ることができ、ボールスプラインの大型化を避けながらスプライン軸の曲げ剛性を十分に確保することが可能となる。

[0020] 更に、本発明のボールスプラインによれば、スプライン軸に対するボールの接触構造をDB型アンギュラ玉軸受に類似した構造とすることにより、回転トルクの伝達時におけるスプライン軸とスプラインナットとの間の剛性を十分に高めることが可能である。

#### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明を適用したボールスプラインの第1実施例を示す斜視図である。

[図2]図1のII-II線断面図である。

[図3]図2のIII-III線断面図である。

[図4]ボールが配列されたボール連結体を示す平面図及び側面図である。

[図5]本発明を適用したボールスプラインの第2実施例を示す正面断面図である。

[図6]本発明を適用したボールスプラインの第3実施例を示す正面断面図である。

[図7]本発明を適用したボールスプラインの第4実施例を示す正面断面図である。

[図8]本発明を適用したボールスプラインの第5実施例を示す正面断面図である。

#### 符号の説明

[0022] 1…ボールスプライン、10…スプライン軸、11a, 11b…ボール転走面、12…トルク伝達溝、13…陸部、20…スプラインナット、21a, 21b…負荷転走面、22…ボールリターン通路、23…方向転換路、30…ボール

#### 発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下に、添付図面を用いて本発明のボールスプラインを詳細に説明する。

図1及び図2は本発明を適用したボールスプラインの第1実施例を示す正面断面図である。このボールスプライン1は、長手方向に沿って複数条のボール転走面11a, 11bが形成されたスプライン軸10と、この可能となっている。

[0024] 前記スプライン軸10は断面略円形状に形成されると共に、その外周面には長手方

向に沿って3条のトルク伝達溝12が形成されている。これらのトルク伝達溝12はスプライン軸10の外周面3等分するようにして配置されており、各トルク伝達溝12はスプライン軸10の外周面を円弧状に切り欠くようにして設けられている。スプライン軸10の外周面には互いに隣接するトルク伝達溝12に挟まれるようにして陸部13が存在するが、この陸部13の幅と前記トルク伝達溝12の幅を比較した場合、陸部13の幅がトルク伝達溝12の幅よりも大きく設定されている。

[0025] このようにスプライン軸10を断面略円形状に形成すると、最大直径が同一であれば、断面が略四角形状に形成されたスプライン軸よりも断面積を大きく設定することができるので、その分だけスプライン軸10の断面二次モーメントの増加を図ることができる。かかるスプライン軸10の曲げ剛性を高めることができる。

[0026] また、トルク伝達溝12の幅方向の両側部において、その溝壁はスプライン軸10の外周面に対して略垂直に起立しており、かかる位置に対して前記ボール転走面11a, 11bが夫々形成されている。すなわち、各トルク伝達溝12の両側部の位置に対して一対のボール転走面11a, 11bが形成されており、この実施例のスプライン軸10には3対、計6条のボール転走面11a, 11bが形成されている。これらボール転走面11a, 11bの断面は、これを転走するボール球面の曲率よりも僅かに大きな曲率の曲面状に形成されている。

[0027] 一方、スプラインナット20に形成された中空孔21は前記スプライン軸10の断面形状と略合致しており、スプライン軸10は僅かな隙間を残して前記中空孔21に挿通されている。スプラインナット20にはスプライン軸10のボール転走面11a, 11bと対向する負荷転走面21a, 21bが形成されており、これらボール転走面11a, 11bと負荷転走面21a, 21bとの間には多数のボール30が配列され、スプライン軸10とスプラインナット20との間で荷重を負荷しながら転走するように構成されている。すなわち、スプライン軸10のボール転走面11a, 11bとスプラインナット20の負荷転走面21a, 21bとが互いに対向することにより、ボール30が荷重を負荷しながら転走する負荷領域を構成している。

[0028] 負荷領域を転走する各ボール30の荷重負荷方向、すなわちスプライン軸10のボール転走面11a, 11bに対するボールの接触法線nは、スプライン軸10の半径方向



に対して略垂直に設定されており、スプライン軸10とスプラインナット20との相互間における回転トルクの伝達が効率の良いものとなっている。また、ボール転走面11a, 11bに対するボール30の接触法線nをこのように設定すると、スプライン軸10とスプラインナット20との相互間における回転トルクの伝達にあたり、ボール30がボール転走面11a, 11b上でスプライン軸10の半径方向へ変位することがないので、スプライン軸10の周方向に関し、高い剛性でスプラインナット20をスプライン軸10に組み付けることが可能となっている。従って、スプライン軸10を回転させた際に、その回転角度をスプラインナット20に対して正確に伝達することができる。尚、ボール転走面11a, 11bに対するボール30の接触法線nは、必ずしもスプライン軸10の半径方向に対して略垂直に設定される必要はない。

[0029] ここで、スプライン軸10のトルク伝達溝12の両側部に形成された一対のボール転走面11a, 11bを転走するボール30のうち、一方のボール転走面11aを転走するボールはスプラインナットに作用する左回りの回転トルクを負荷し、他方のボール転走面11bを転走するボールは右まわりの回転トルクを負荷するようになっている。

[0030] 右周りの回転トルクを負荷するボール30と左周りの回転トルクを負荷するボール30はスプライン軸10の陸部13を挟んで対向しているが、これらボール30の接触法線nの交点Pは、これらボールの中心間を結んだ線mよりもスプライン軸10の半径方向の外側に位置している。すなわち、スプライン軸10の陸部13の両側に位置するボール列は、かかる陸部13をスプライン軸10の半径方向の外側に向けて突っ張るように挟み込んでおり、この点からしてもスプライン軸10とスプラインナット20との間の剛性を高く維持し、ラジアル荷重や回転トルクが作用した際のスプラインナット20の変位を小さく抑えることが可能となっている。

[0031] また、前記スプラインナット20には前記ボール30が無負荷状態で転走するボールリターン通路22が形成されている。このボールリターン通路22は前記負荷領域と平行に形成されると共に、前述したボール30とボール転走面11a, 11bの接触法線n上に位置している。また、前記負荷領域を転走したボール30を前記ボールリターン通路22に送り込むため、前記負荷領域とボールリターン通路22は円弧状の方向転換路23によって連結されている。この実施例における方向転換路23は図3に示すよ

うに略一定曲率の円弧状に形成されているが、これに限定されるものではなく、例えば直線部分を含むものであっても良い。

[0032] 図3に示すように、スプラインナット20はナット本体20aと、このナット本体20aの軸方向の両端に装着される一対のエンドキャップ20bとから構成されており、前記負荷転走面21a, 21bおよびボールリターン通路22はナット本体20aに、方向転換路23はエンドキャップ20bに夫々形成されている。そして、ナット本体20aの両軸端にエンドキャップ20bを装着することにより、負荷転走面21aとこれに対応するボールリターン通路22が連結され、負荷領域を転走し終えたボール30を再度負荷領域へ循環させるための無限循環路が完成している。これにより、スプラインナット20がスプライン軸10に沿って移動すると、ボール30が前記無限循環路内を循環し、長尺なスプライン軸10に沿ってスプラインナット20を任意のストロークで自在に往復運動させることができる。

[0033] 一方、ボール30は前記無限循環路内にそのまま充填されているのではなく、図4に示すように、可撓性を備えた合成樹脂製の連結体ベルト40に一系列に配列され、この連結体ベルト40と共に無限循環路に挿入されている。連結体ベルト40は、互いに隣接するボール30の間に介装される複数の円盤状スペーサ41と、これら円盤状スペーサ41を連結する平带状のベルト部材42とから構成されており、各ボール30は配列方向の前後に隣接する一対のスペーサ41、41によって回転自在に保持されている。従って、連結体ベルト40をスプラインナット20の無限循環路から抜き出しても、ボール30は前記連結体ベルト40から脱落することなく、ボール30の取り扱いが容易なものとなっている。

[0034] このような構造の連結体ベルト40にボール30を配列した場合、連結体ベルト40は前記ベルト部材42の面と垂直な方向にのみ自在に屈曲することができるが、図2に示すように前記方向転換路23はボール30とボール転走面11a, 11bの接触法線nと重なるように位置しているので、連結体ベルト40は無理なく屈曲しながら前記無限循環路内を循環することができる。

[0035] もっとも、連結体ベルト40の循環に対して作用する抵抗を減じるためには、負荷領域とボールリターン通路22を連結している方向転換路23の曲率半径を大きく設定す

る必要があり、そのためには互いに平行に形成された負荷領域とボールリターン通路22との距離を大きく設定する必要がある。この実施例のボールスプライン1では、スプライン軸10のボール転走面11a, 11bに対するボール30の接触方向がスプライン軸10の半径方向と垂直な方向、換言すればスプライン軸10の外周面の接平面内に位置しており、しかも方向転換路23がボール30とボール転走面11a, 11bの接触法線nと重なるように位置しているので、負荷領域とボールリターン通路22との距離を大きく設定しても、ボールリターン通路23がスプラインナット20の半径方向の外側に大きく突出することはない、その分だけスプラインナット20の外径を小さく抑えることが可能となっている。

[0036] また、負荷領域とボールリターン通路22との距離を大きく設定した場合に、スプラインナット20の右周りトルクを負荷するボール30の無限循環路と、左周りトルクを負荷するボール30の無限循環路とで、それらの方向転換路23が互いに干渉してしまうことが懸念される。しかし、本実施例のボールスプラインでは、一方の無限循環路の形成位置を他方の無限循環路の形成位置に対してスプラインナット20の軸方向へずらし、一方の無限循環路が他方の無限循環路の内側を貫通させることで、無限循環路を構成する方向転換路23が互いに干渉しないようにしている。すなわち、図2に示すように、スプラインナット20をその軸方向から観察した場合、右周りトルクを負荷するボール30の方向転換路23は左周りトルクを負荷するボール30の方向転換路23と交差しているが、図3に示すようにスプラインナット20の軸方向に関してはずれた位置に形成されており、互いに干渉しないようになっている。これによっても、本実施例のボールスプライン1はスプラインナット20の小型化を図ることが可能となっている。

[0037] 前記スプラインナット20の一部をなすナット本体20aにおいて、前記負荷転走面21a, 21bの両側には合成樹脂製のボール保持部24, 25が形成されている。このボール保持部24, 25は、スプラインナット20をスプライン軸10から取り外した際に、負荷領域に位置するボール30がスプラインナット20から転げ落ちるのを防止している。また、ボール30がボールリターン通路22を無負荷状態で転走する際に騒音を発生するのを防止するため、かかるボールリターン通路22の内周面は合成樹脂製の通路形成部26によって覆われている。更に、これらのボール保持部24, 25及び通路形成

部26には前記連結体ベルト40のベルト部材42を案内するための案内溝が軸方向に沿って形成されており、連結体ベルト40が無限循環路内を蛇行することなく一定の経路で循環するようにしている。

[0038] これら合成樹脂製のボール保持部24、25及び通路形成部26は、負荷転走面21a、21bが形成された金属ブロック部27をコアとしたインサート成形によって形成されている。また、図3に示すように、金属ブロック部27の軸方向の端面にはエンドキャップ20bを装着するための端面成形部28が合成樹脂により設けられており、この端面成形部28は前記ボール保持部24、25及び通路形成部26によって連結されている。従って、ボール保持部24、25、通路形成部26及び端面成形部28は金属ブロック部27を囲むようにして一体に成形されており、金属ブロック部27と強固に一体化されている。そして、このように合成樹脂の射出成形の技術を利用してナット本体20aを形成することにより、かかるナット本体20aの軽量化が図られる他、ナット本体20aの加工及び組立を容易に行うことが可能となっている。

[0039] 図5は本発明を適用したボールスプラインの第2実施例を示すものである。

この第2実施例のボールスプライン2では、スプライン軸10に形成したトルク伝達溝12の形状が第1実施例のそれとは異なっており、かかるトルク伝達溝12の深さが浅いものとなっている。すなわち、本発明において、スプライン軸10のトルク伝達溝12の形状は任意に変更することが可能である。スプライン軸10に対するボール30の接触方向やボール列の条数が同じであれば、トルク伝達溝12の大きさが小さい方がラジアル荷重に対するスプライン軸10の剛性は向上する。従って、この第2実施例のボールスプライン2の方が第1実施例のボールスプライン1よりもラジアル荷重に対する剛性が高いものとなっている。尚、図中の符号は第1実施例と同じものを使用している。

[0040] 図6は本発明を適用したボールスプラインの第3実施例を示すものである。

この第3実施例のボールスプライン3ではスプライン軸10に形成したトルク伝達溝12の条数が2条であり、この点のみにおいて第1実施例のボールスプライン1と異なる。すなわち、スプライン軸10の外周面には互いに相反する方向へ向けて2条のトルク伝達溝12が形成されており、これらトルク伝達溝12の幅方向の両端には一対のボー

ル転走面11a, 11bが形成されている。ボール転走面11, 11bに対するボール30の接触方向は第1実施例と同じである。従って、スプラインナット20にラジアル荷重や回転トルクが作用した際に、これらを負荷しながら転走するボール列は4条であり、前述した第1実施例のボールスプライン1よりも軽荷重の用途に適していると言える。尚、図中の符号は第1実施例と同じものを使用している。

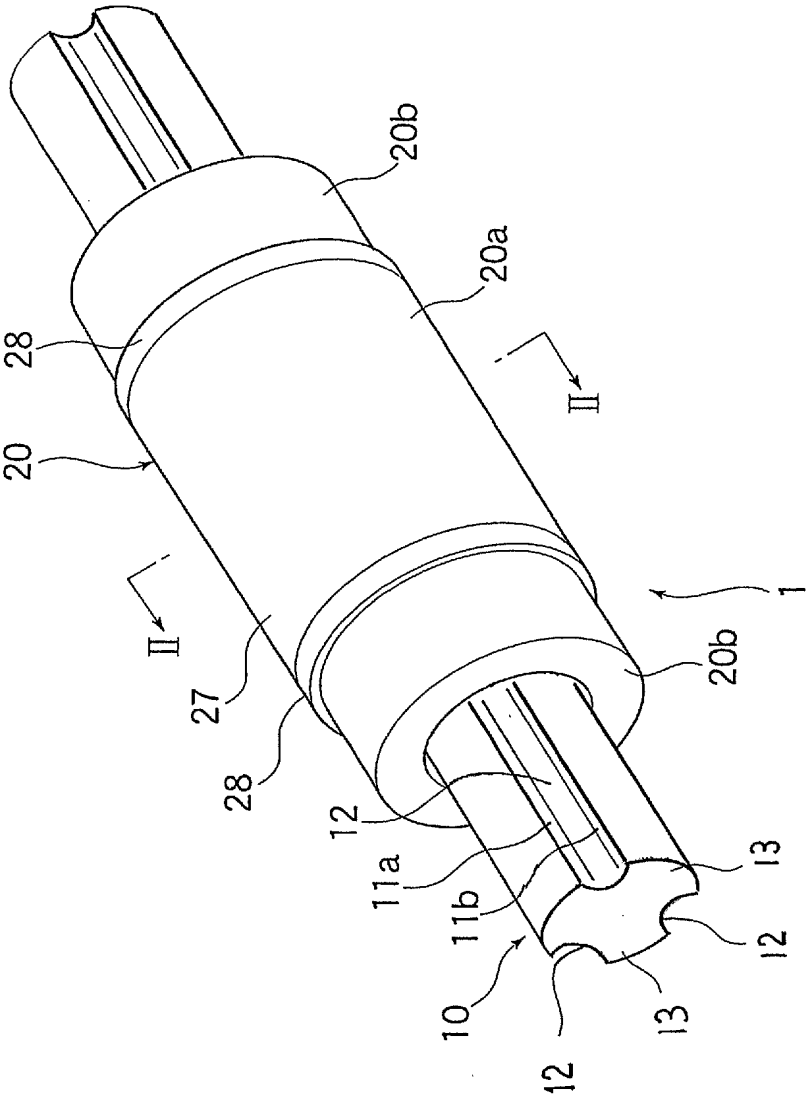
[0041] また、この第3実施例のスプライン軸10はトルク伝達溝12の条数が2条と少ないことから、引き抜き加工による加工効率が更に良好なものとなっている。

[0042] 更に、前述の各実施例では、右周りトルクを負荷するボール30の無限循環路と左周りトルクを負荷するボール30の無限循環路とを互いに交差させることにより、スプラインナット20の小型化を図ったが、スプラインナット20の大型化を許容することができるのであれば、図7に示す第4実施例、図8に示す第5実施例のように、互いに隣接する一対の無限循環路50, 50を交差させず、これら無限循環路50, 50のボールリターン通路22, 22がスプライン軸10のトルク伝達溝12を二分する位置で互いに隣接し合うようにしても良い。このように互いに隣接する無限循環路50, 50を交差させないのであれば、一方の無限循環路50の形成位置を他方の無限循環路50の形成位置に対してスプラインナット20の軸方向へずらす必要がなく、第1実施例のボールスプライン1に比べてスプラインナット20の軸方向の長さを短く抑えることが可能となる。

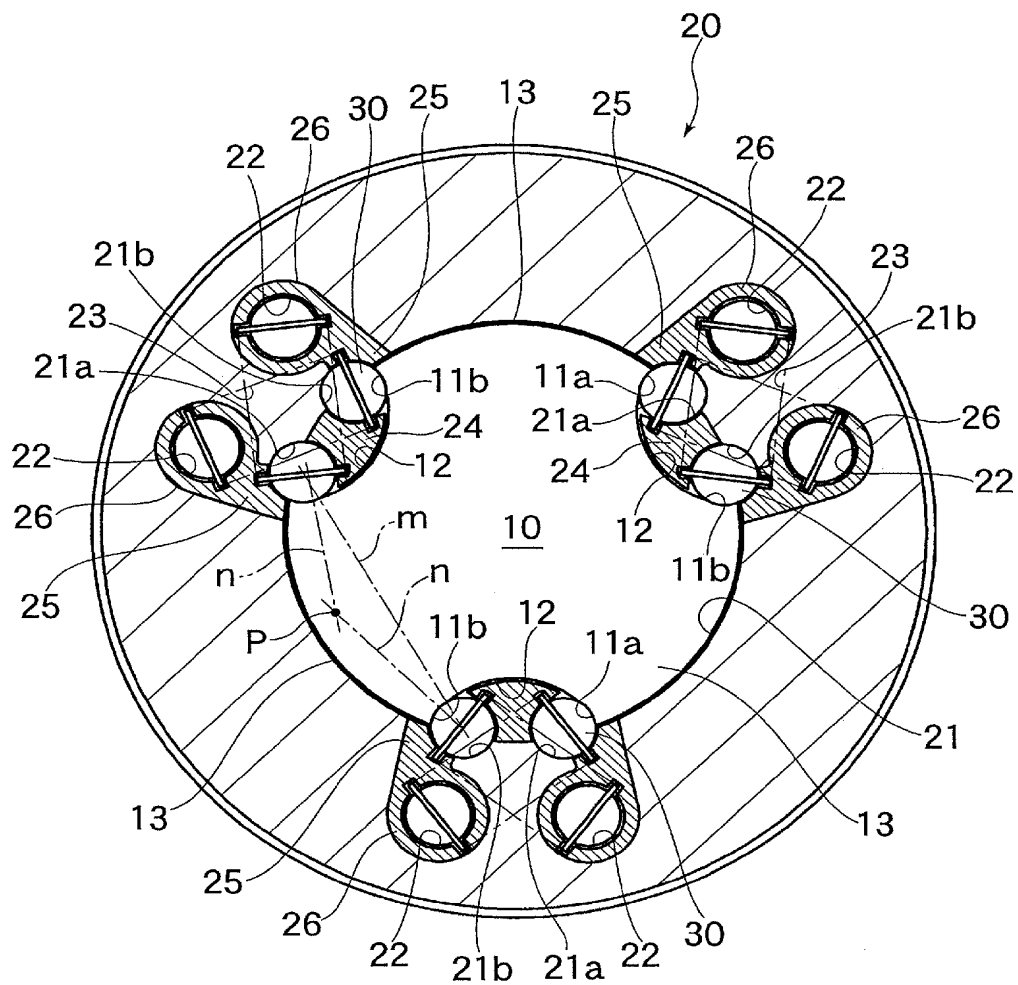
### 請求の範囲

- [1] 長手方向に沿って複数条のボール転走面が形成されたスプライン軸と、このスプライン軸が挿嵌される中空孔を有して略円筒状に形成されると共に、かかる中空孔の内周面に前記スプライン軸のボール転走面と対向する負荷転走面を有し、多数のボールを介してスプライン軸に組み付けられたスプラインナットとから構成されるボールスプラインにおいて、
- 前記スプライン軸は断面略円形状に形成され、その周囲には長手方向に沿った複数条のトルク伝達溝が等間隔で形成され、これらトルク伝達溝に挟まれた陸部の側面、すなわち各トルク伝達溝の幅方向の両側部には夫々に前記ボール転走面が形成され、
- 前記トルク伝達溝の両側のボール転走面を転走する一対のボール列の間の距離よりも、前記陸部の両側に位置するボール転走面を転走する一対のボール列の間の距離の方が大きく設定されていることを特徴とするボールスプライン。
- [2] 前記陸部の両側に位置するボール転走面を転走する一対のボール列に関し、このボール列のボール転走面に対する接触法線の交差点が、これらボール列の中心間を結んだ線よりも、前記スプライン軸の半径方向外側に位置していることを特徴とする請求項1記載のボールスプライン。
- [3] 前記スプラインナットは、前記負荷転走面を転走するボールを循環させる無限循環路を備え、
- 前記スプライン軸の各トルク伝達溝の両側部に位置する一対の無限循環路は、一方の無限循環路が他方の無限循環路を貫通するようにして互いに交差していることを特徴とする請求項2記載のボールスプライン。
- [4] 前記トルク伝達溝の条数は3条であることを特徴とする請求項1記載のボールスプライン。
- [5] 前記ボールは連結体ベルトに対して所定の間隔で一列に配列されていることを特徴とする請求項1記載のボールスプライン。

[図1]

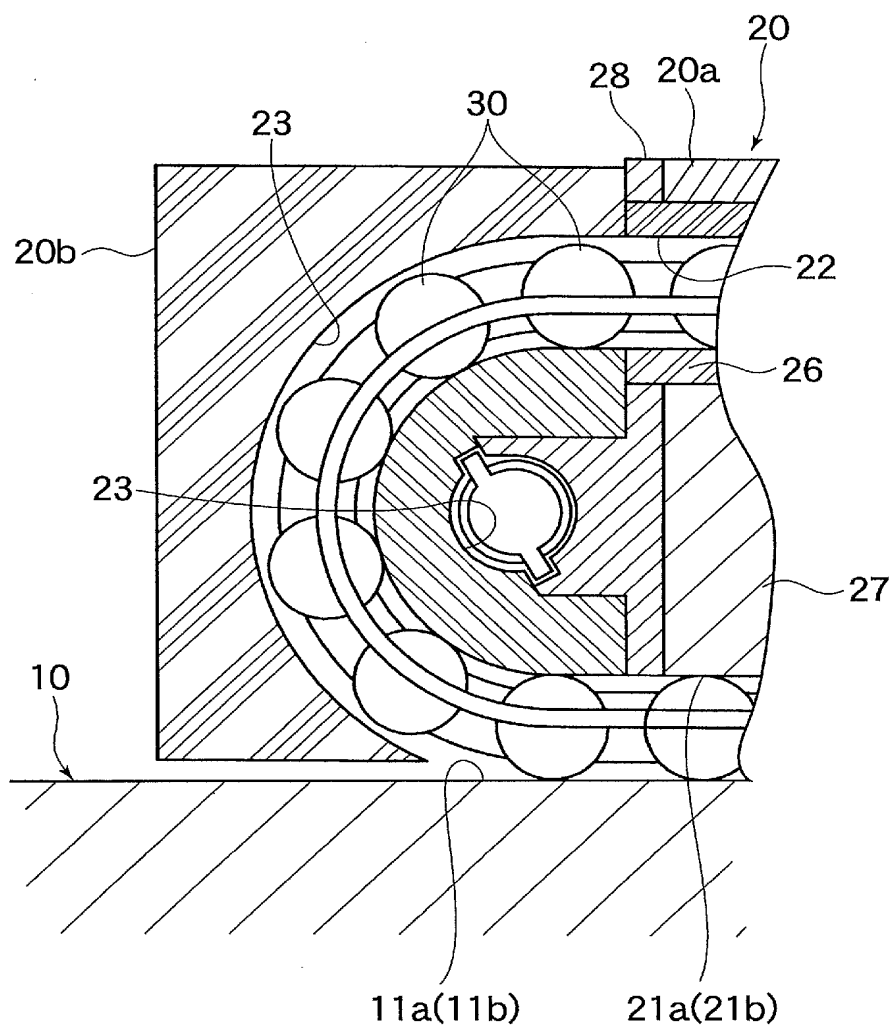


[[図2]]



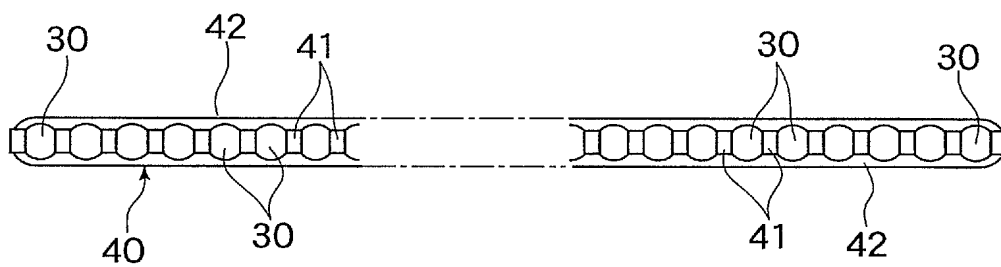


[図3]

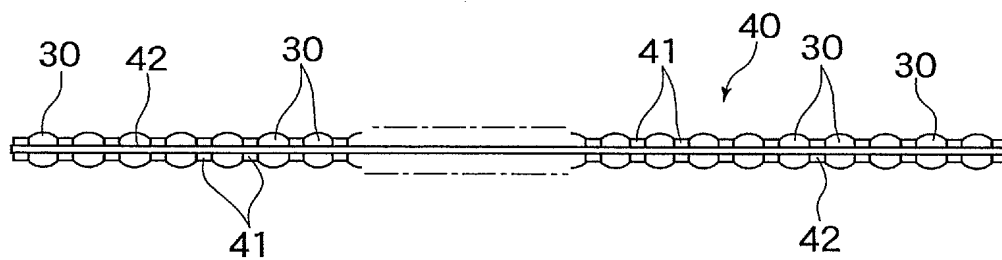


[図4]

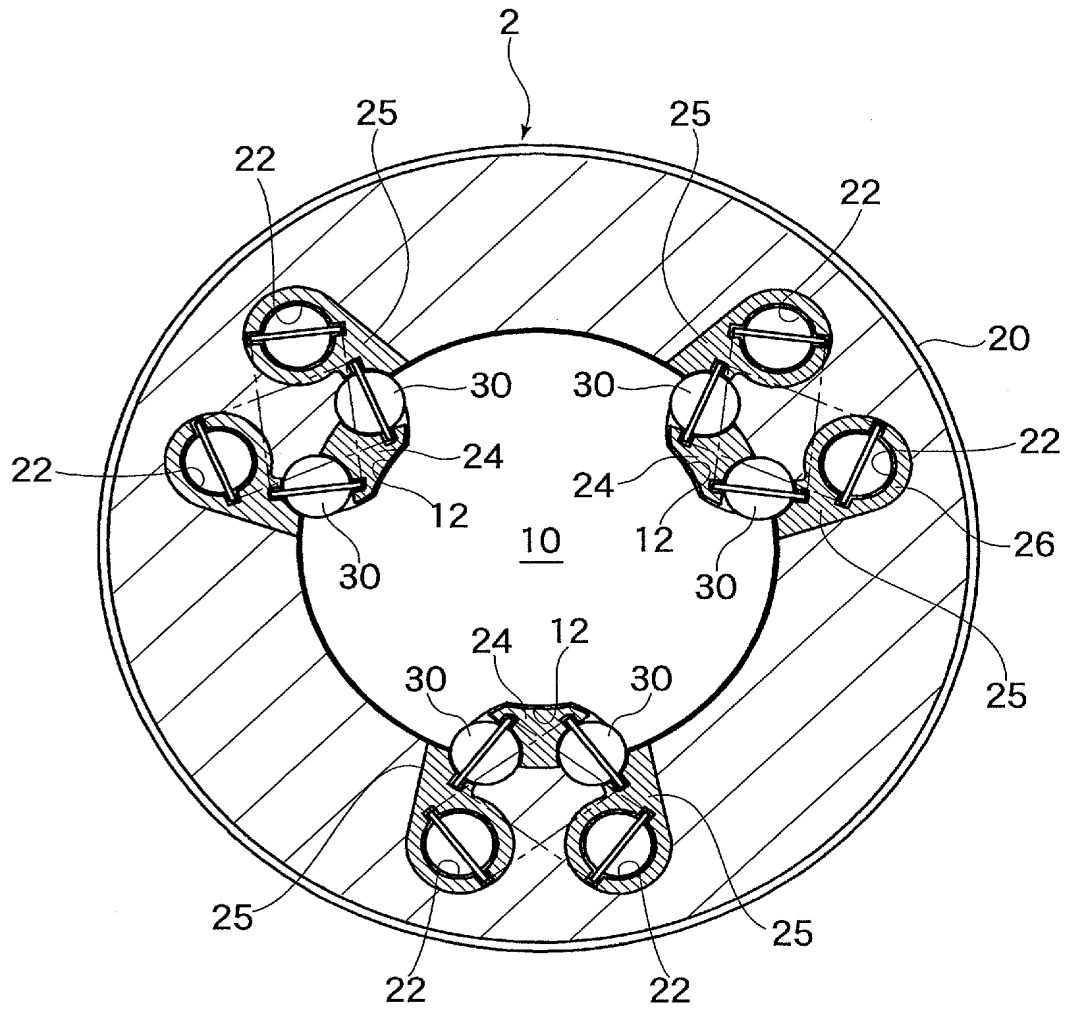
(a)



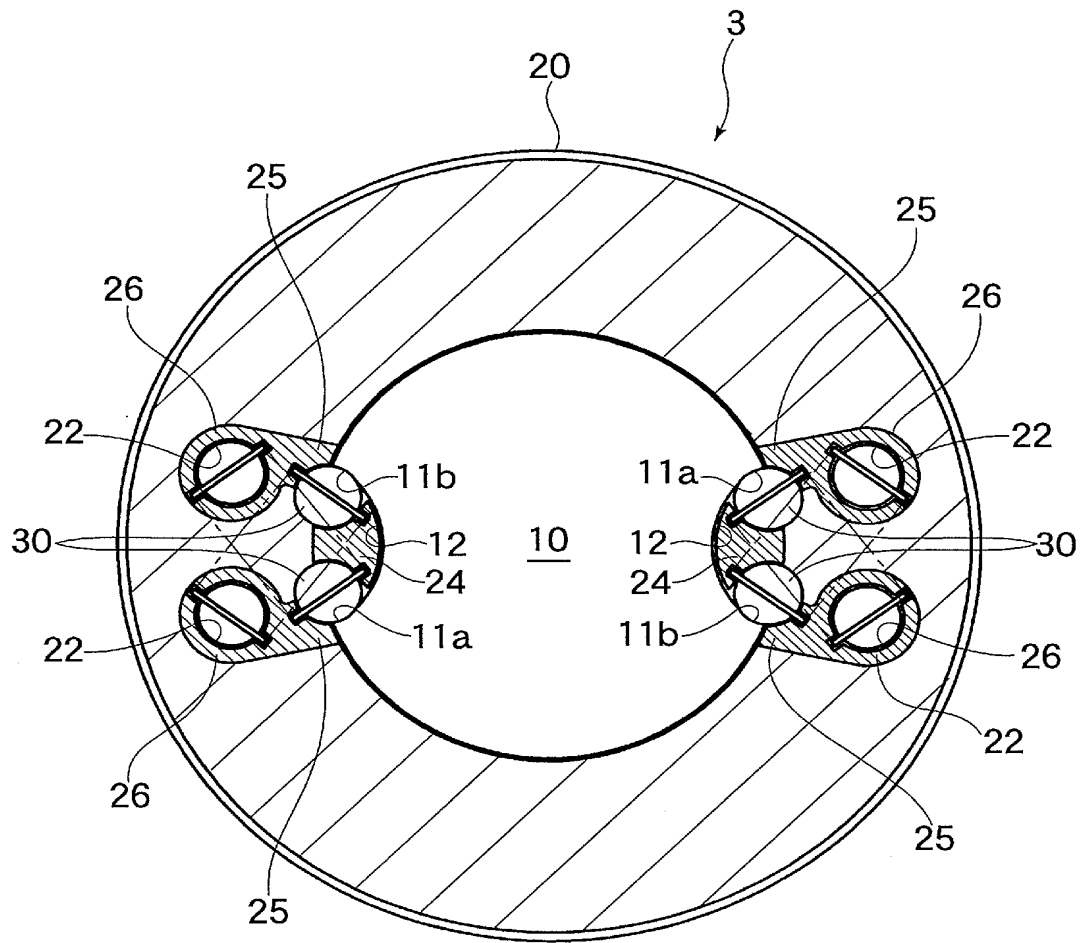
(b)



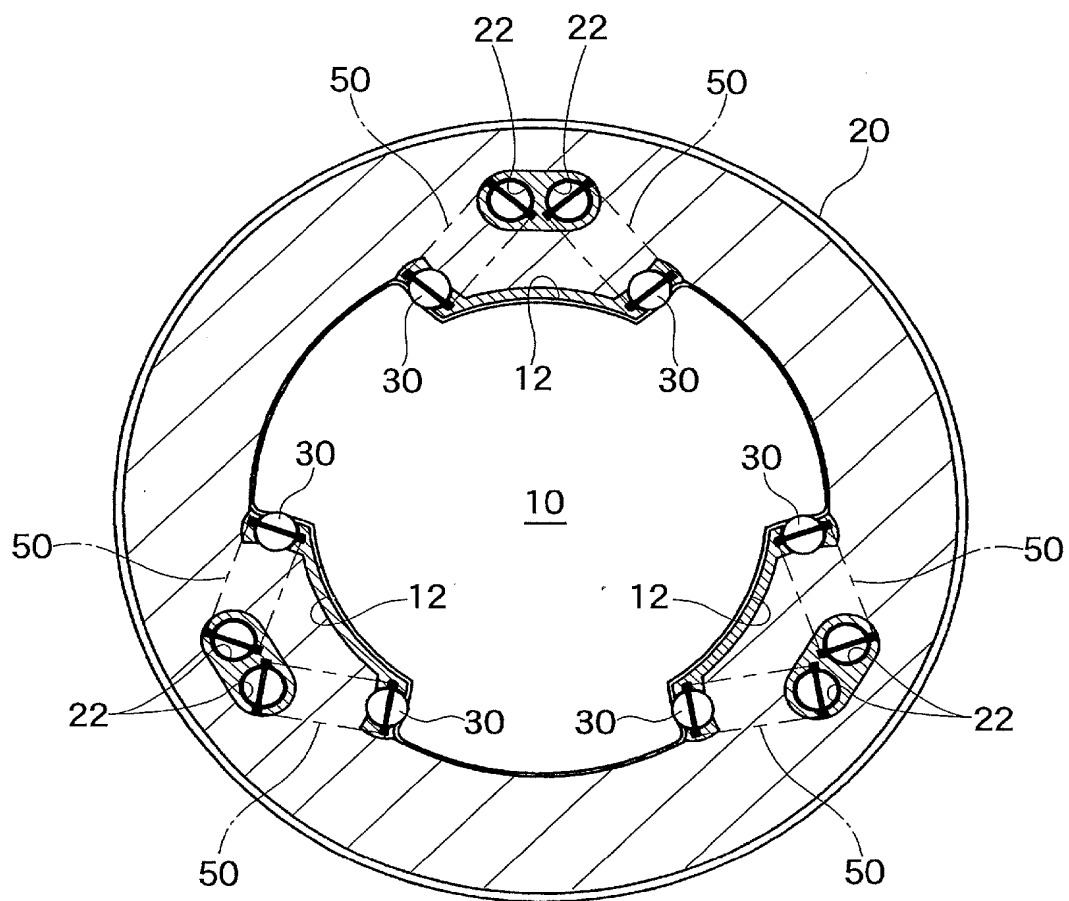
[[図5]]



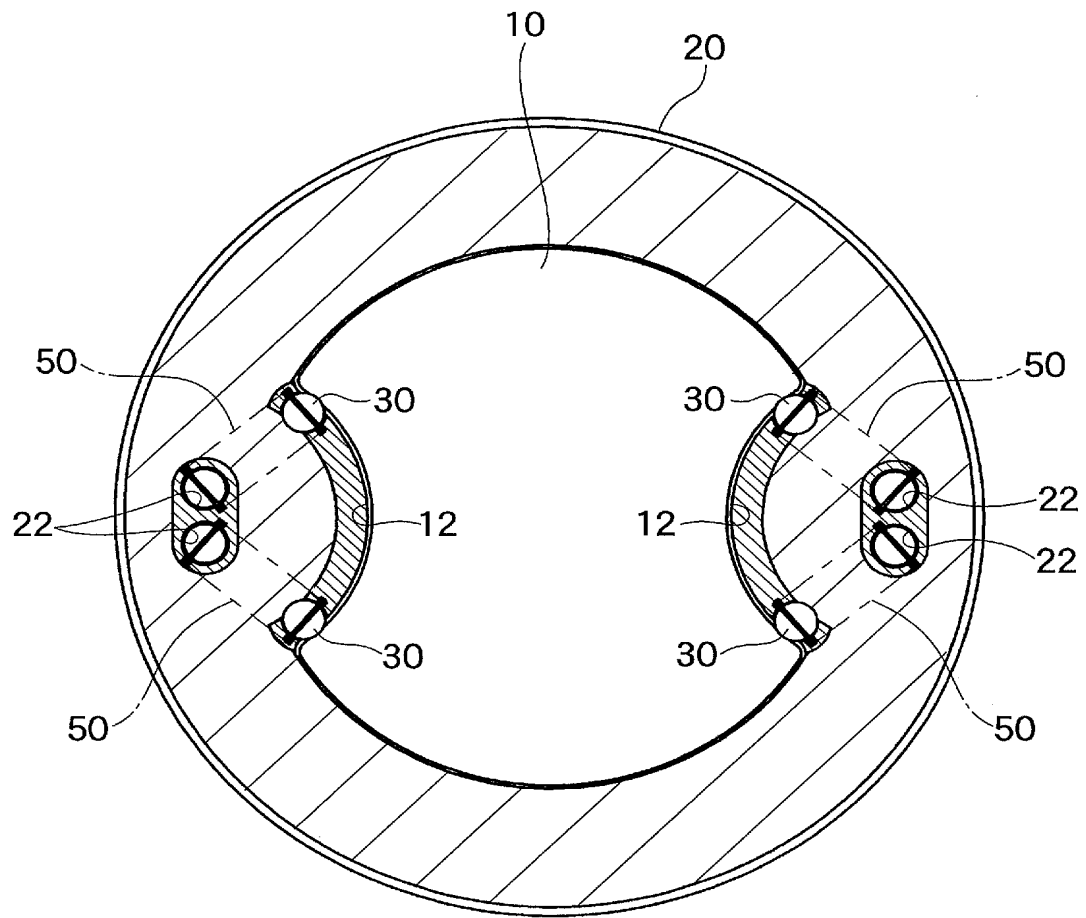
[図6]



[図7]



[図8]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016923

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> F16C29/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> F16C29/00-31/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3143867 A (Edmund B.Anderson),	1-2, 4
Y	11 August, 1964 (11.08.64), Column 1, lines 49 to 53, 61 to 69; Figs. 1 to 4 (Family: none)	3, 5
Y	JP 06-241228 A (Kabushiki Kaisha Enomoto), 30 August, 1994 (30.08.94), Par. Nos. [0020] to [0021]; Fig. 2 (Family: none)	3
Y	JP 10-196652 A (THK Co., Ltd.), 31 July, 1998 (31.07.98), Par. No. [0019]; Figs. 1, 5 (Family: none)	5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 January, 2005 (25.01.05)		Date of mailing of the international search report 08 February, 2005 (08.02.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016923

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 53-24937 A (Hiroshi TERAMACHI), 08 March, 1978 (08.03.78), Fig. 2 & US 4127309 A                      & DE 2737149 A1	1-5



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>7</sup> F16C29/06		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. <sup>7</sup> F16C29/00-31/06		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 3143867 A (Edmund B. Anderson) 1964. 08. 11, 第1欄第49行-第53行, 同欄第6	1-2, 4
Y	1行-第69行, 第1図-第4図 (ファミリーなし)	3, 5
Y	JP 06-241228 A (株式会社エノモト) 1994. 08. 30, 段落【0020】-【0021】, 【図2】 (ファミリーなし)	3
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 25. 01. 2005	国際調査報告の発送日 08.02.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 藤村 泰智	3 J 3 5 2 3
電話番号 03-3581-1101 内線 3326		

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-196652 A (テイエチケー株式会社) 1998.07.31, 段落【0019】, 【図1】, 【図5】 (ファミリーなし)	5
A	JP 53-24937 A (寺町 博) 1978, 03, 08, 第2図 & US 4127309 A & DE 2737149 A1	1-5